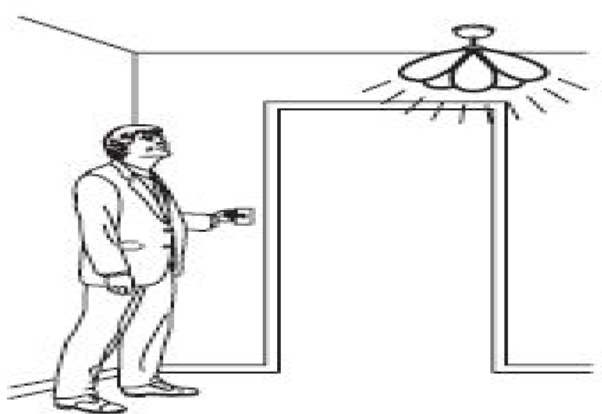
بسم الله الرحمن الرحيم

ينقسم الـــ Control إلي قسمين :

1) Manual Control   2) Automatic Control

التحكم في شئ يقصد به السيطرة على ذلك الشئ ، لكي يؤدي العمل الذي تود أنت أن يعمله.
فمثلا مصباح الغرفة ، إذا أردت أن أضيئه أقوم بغلق مفتاح الكهرباء الخاص به لكي يضيء
وإذا أردت أن أغلقه ، قمت بالضغط على المفتاح ثانية ، أي أنني أنا المتحكم في عمل هذا المفتاح ، أما إذا كان المفتاح يعمل بمفرده ، أي يضيء ويطفيء بمفرده ، فهذا يعني أنني لست مسيطرا عليه ، أي لا أستطيع التحكم فيه.
هذا المثال السابق يوضح الـــ Manual Control ، أي " التحكم اليدوي" ، وهنا لابد من وجود الفرد أو العامل ليقوم بعملية التحكم المطلوبة ، والصورة التالية توضح ذلك :



أما الـ Automatic Control ، أي " التحكم الآلي " ، فهو ذلك النوع من التحكم الذي لا يتطلب وجود فرد أو عامل لكي يقوم بفعل معين عند الرغبة في عمل شيء معين ، بل يقوم النظام تلقائيا بأداء شيء عند حدوث شيء آخر ، وهذا ما ستفهمه عند دراسة الـ PLC أو الـ Microcontroller ، وكذلك ما ستراه في هذه الدروس.

Ø أنواع مصادر الكهرباء من حيث الفيز :-

هناك نوعان من مصادر التزويد بالكهرباء ، وهما :

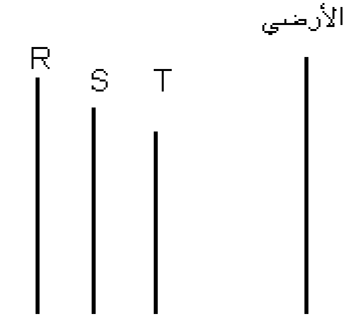
1) One Phase   2) 3 Phase

الـ one phase عبارة عن سلكين ، أحدهما يعطي 220 v والآخر أرضي (0 v) ، ويسمى الطرف الحامل للفولت بالفيز ، ولذلك نقول على هذا المصدر " واحد فيز "

220 v

أرضي

وهذا المصدر يستخدم لتغذية الأجهزة الكهربائية العادية التي لا تحتاج لباور عالي ، مثل أجهزة المنزل ،
ولكن في حالة بعض المواتير في المصانع ، فإنها تحتاج إلى مصدر تغذية عالي مثل الـ 3 phase ، ويكون كالآتي :



يكون فرق الجهد بين كل طرف مع الأرضي مساوي لـ 220 v ، بينما يكون فرق الجهد بين كل طرفين معا مساوي لـ 380 v ، أي :
فرق الجهد بين R and S = فرق الجهد بين R and T = فرق الجهد بين S and T = 380 v

لاحظ أنه تم تسميته بـ 3phase لأن له 3 أطراف حيه ، أي تحمل كهرباء.
لاحظ أيضا أن التسمية R , S , T يمكن أن تختلف ، فقد يطلق عليها L1 , L2 , L3 ، أو u , v , w ، كما يطلق على الأرضي رمز N ، إختصار لكلمة Neutral أي متعادل .

كيفية إختيار المفتاح الكهربائى في دائرة ما ؟

الكثير من الفنيين قد يخطئون عند تصميم دائرة تحكم ما في اختيار المفاتيح الكهربية ، هناك شرط يجب أن تتبعه عند اختيار المفتاح ، وهو ***" أن يستطيع هذا المفتاح تحمل الأمبير المار فيه "*** ، ولا ننظر للجهد ، لأن المفتاح عند توصيل طرفيه ، يصبح كقطعة سلك مقاومتها صغيرة جدا ، فلا يسقط عليها فرق جهد كبير ، ولكن أنت تعلم أن أي مصدر جهد علي يمرر أمبير عالي ، وكذلك أي مصدر جهد منخفض يمرر أمبير أقل ، ولذلك فإن بعض الفنيين يقولون أن هذا المفتاح لا يتحمل هذا الجهد ، ولكن من الأفضل أن تقول أن هذا المفتاح لا يستطيع تحمل هذا الأمبير.

أنواع المفاتيح الكهربية Switches ؟

يوجد العديد والعديد من أشكال المفاتيح الكهربية ، ولكن جميع المفاتيح الكهربية تندرج تحت أحد التصنيفين التاليين :

1) Normally Open (NO)
2) Normally Closed (NC)

NO أي أن هذا المفتاح في حالته الطبيعية، أي قبل التأثير عليه، أو قبل تنشيطه، يكون طرفيه مفتوحين، وعند تنشيطة، ينغلق طرفيه ويمرر التيار، أما الـ NC فيكون بالعكس.

لنأخذ على سبيل المثال أحد أنواع المفاتيح الهامة وهو الـ Push Button ، وتلك المفاتيح تستخدم بكثرة في عملية الـ Start و الـ Stop .




لتلك المفاتيح صنفان من حيث عملية الضغط عليهم ، فهناك نوع عند الضغط عليه ينزل الزر لأسفل ويبقى ثابتا في الأسفل حتى يتم الضغط عليه مرة أخرى ، وهذا النوع يسمى Permanent أي "دائم"
أما النوع الثاني ، فإنه عند الضغط على الزر ، فإنه ينزل ، وعند رفع الإصبع ، فإنه يعود إلى وضعه الأصلي ، ويسمى
Temporary أي "مؤقت"
سوف نحتاج في تصميم الدوائر إلى المفاتيح الـ Temporary فقط ، وسوف نذكر السبب فيما بعد .
لاحظ أن ألوان هذه المفاتيح عادة تكون " أخضر أو أحمر " ، ويكون الأخضر NO والأحمر NC ، ولكن إذا إختلف اللون أو مسح ، فكيف نعرف إذا كان هذا المفتاح NO أم NC ؟
في هذه الحالة سوف نستخدم ما يعرف بـ " الترقيم الدولي " ، فسوف تجد على جسد المفتاح أرقام كالأتي :

14 13 أو 12 11 و 22 21 أو 24 23 وهكذا

يكون الرقم الأول هو رقم " الكونتاكت " والرقم الثاني لتحديد نوع الكونتاكت NO أم NC ، فمثلا :

13 14
الرقم 1 يعني أن هذا الكونتاكت الأول ، ووجود الرقمين 3,4 يعني أنا هذا الكونتاكت NO

11 12
الرقم 1 يعني أن هذا الكونتاكت الأول ، ووجود الرقمين 1,2 يعني أن هذا الكونتاكت NC

21 22

الرقم 2 يعني أن هذا الكونتاكت الثاني ، ووجود الرقمين 1,2 يعني أن هذا الكونتاكت NC

طبعا المقصود بالكونتاكت هو المفتاح ، فهذا الترقيم السابق مثلا 22 21 ، سوف تجده فقط إذا كان لديك قطعة تحتوي على مفتاحين ، كما في الشكل التالي :



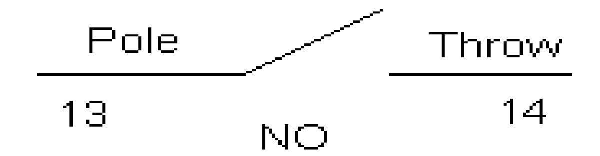
وقد يكتب على جسد المفتاح أو الكونتاكت رقيمن فقط كالتالي :

4 3

هذا يعني أنه مفتاح واحد (ولا يمكن تركيب أي مفاتيح أخرى له) ، وهو من النوع NO

<u>ما هو رمز المفتاح " الكونتاكت " في دوائر التحكم؟</u>

يرمز له بالرمز التالي :



Pole
Throw
11
12
NC

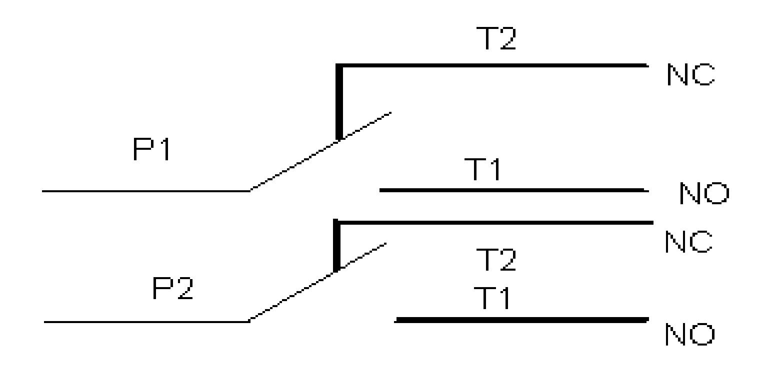
يسمى الجزء المتحرك من المفتاح بـ Pole والجزء الثابت بـ Throw ، ولهذا فإن المفتاحين الموضحين يطلق عليهما : SPST أي Single Pole Single Throw وهذا لأن لكل منهما pole واحد ، و Throw واحد

وهناك (Double Pole Single Throw) DPST ، ويكون على الشكل التالي :

P1
T
P2
T

لاحظ أن هذا يعتبر " ثرو " واااااحد ، لأن عدد الثرو يحسب بعدد الـ Throw للـ Pole الواحد ، ونحن نرى أن كل Pole " ينام " على Throw واحده ، إذا عدد الـ Throw واحد فقط Single .

أما إذا أردنا أن نضرب مثالا على الـ DPDT ، فيكون شكله كالتالي :



لاحظ أن لكل Pole إثنين Throw .

خطوط الـ line diagram أو الـ Wire diagram :-

إن نظام التحكم يتكون من دائرتين أساسيتين

: ١) دائرة التحكم : وهذه الدائرة يمر بها أمبير منخفض

٢) دائرة القوة : وتحمل هذه الدائرة أمبيرا عاليا جدا

لذا عندما تقرأ تخطيط كهربي لنظام تحكم ، يجب أن تفرق بين الأشياء التالية: خط رفيع أي " سلك يحمل أمبير قليل " ويسمى هذا الخط بـ Control Line
خط سميك أي "سلك يحمل أمبير عالي " ويسمى هذا الخط بـ Power Line
يجب الحرص جيدا عن التعامل مع الأسلاك ، لأن التيار في الدوائر التحكمية الصناعية مثلا ، يكون قاتلا .

ألوان الأسلاك :-

عند توصيل دائرة كهربية ، لابد من مراعاة ألوان الأسلاك ، هذا مالايعرفه الكثير من الفنيين ، ولكن لابد لكل مهندس معرفة دلالات ألوان الأسلاك و الإلتزام بها ، فمثلا :

سلك أزرق لبني ← يتم توصيله بـ 24v
سلك أحمر ← يتم توصيله بـ 110v إلى 220v
سلك أسود ← يتم توصيله بالأرضي zero volt ، وإذا لم نجد الأسود ، يتم توصيل الأزرق اللبني
سلك برتقالي ← وجود هذا السلك يعني أن الكهرباء التي يحملها ليست من هذه الكبينه،

ولكن من كابينه أخرى ، فمثلا ، لو أن عندك لمبة في المنزل ، ورأيت

أن المهندس قد وصل هذه اللمبة بسلك كهربي برتقالي ، فهذا يعني أن

تلك اللمبة تأخذ كهرباء من شقة أخرى ، أو من أي مكان آخر غير

منزلك ، أي أنك إذا فصلت الكهرباء عن منزلك تماما ، فإن هذا المصباح سيظل يعمل.

الكونتاكتور Contactor

الكونتاكتور من أهم عناصر التحكم الآلي ، بل شديد الأهمية ، وهو عبارة عن علبة ، تحتوي على contacts أي مفاتيح ، تلك الكونتاكتس منها من يستخدم في دائرة القوى لتوصيل تيار عالي ، ومنها من هو مخصص للإتصال بدائرة التحكم التي يمر بها تيار صغير .

للكونتاكتور أشكال كثيرة ، وهذه إحدى أشكاله العملية :



وطبعا لابد أن تراه فعليا ، فلا تكفي الدراسة النظرية ، ولكن سوف أرسم رسم توضيحي لما ستراه على الكونتاكتور :

A1 L1 L2 L3 13

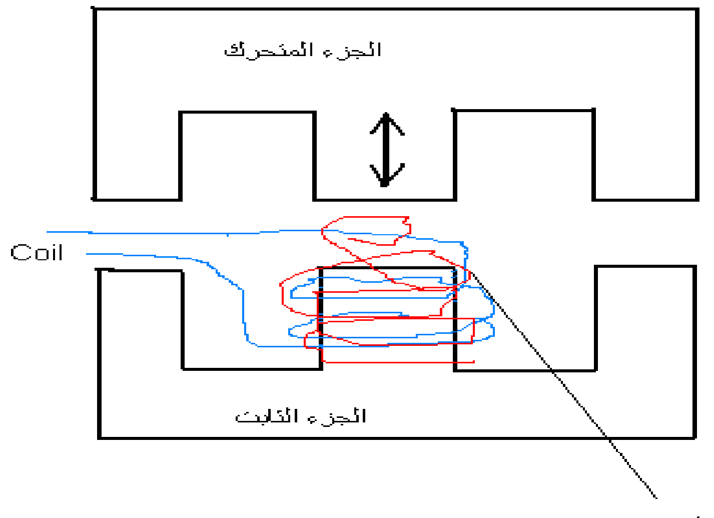
Contactor

A2 T1 T2 T3 14

لاحظ النقاط التالية :

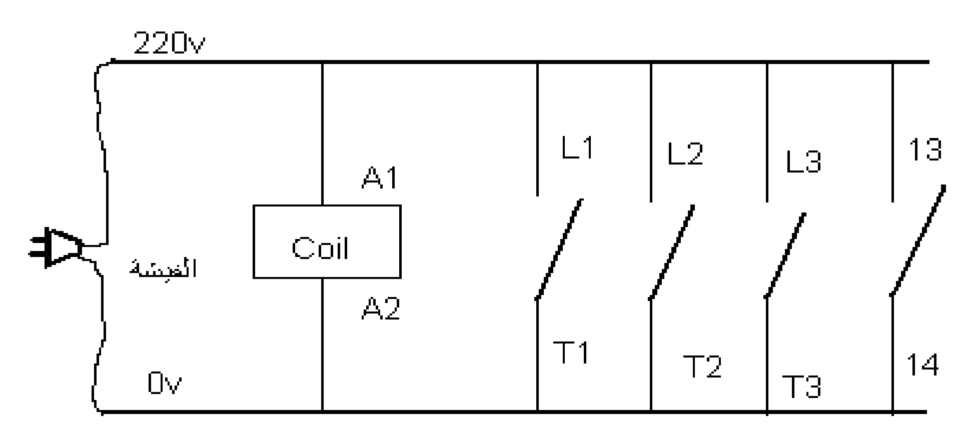
1) A1 – A2

إن الكونتاكتور يتكون من قطعتين حديديتين أحدهما ثابت والآخر متحرك ، ويتم لف coil حول القطعة الثابتة ، فإذا تم توصيل كهرباء لهذا الـ coil ، فإنه سوف يحول قطعة الحديد الثابتة إلى مغناطيس يجذب القطعة المتحركة ، فيتم الإتصال بين القطعتين ، أي يتم غلق مفاتيح الكونتاكتور ، وعند فصل التيار عن الـ coil يعود الكونتاكتور إلى وضعه الأصلي عن طريق "زنبرك" أومايعرف باسم " ياي" أو " بوبينة " تدفع القطعة المتحركة إلى أعلى مره أخرى ، والشكل التالي للتوضيح :



وعفوا لسوء الرسم .

والآن ، فإن النقطتين A1-A2 هما طرفا الـ coil ، فلكي يعمل الكونتاكتور على غلق مفاتيحه ، يتم توصيل كهرباء (٢٢٠ فولت أو ١١٠ فولت حسب نوع الكونتاكتور) للنقطتين A1-A2 .



2) L1, L2, L3 – T1, T2, T3

تلك النقاط لتوصيل أطراف الـ 3phase generator بالماتور ، سوف تجد ٣ أطراف للماتور ، فتقوم بإدخال تلك الأطراف في T1,T2,T3 وتدخل الثلاث فيزات كهرباء في L1,L2,L3
أو العكس .

3) 13-14

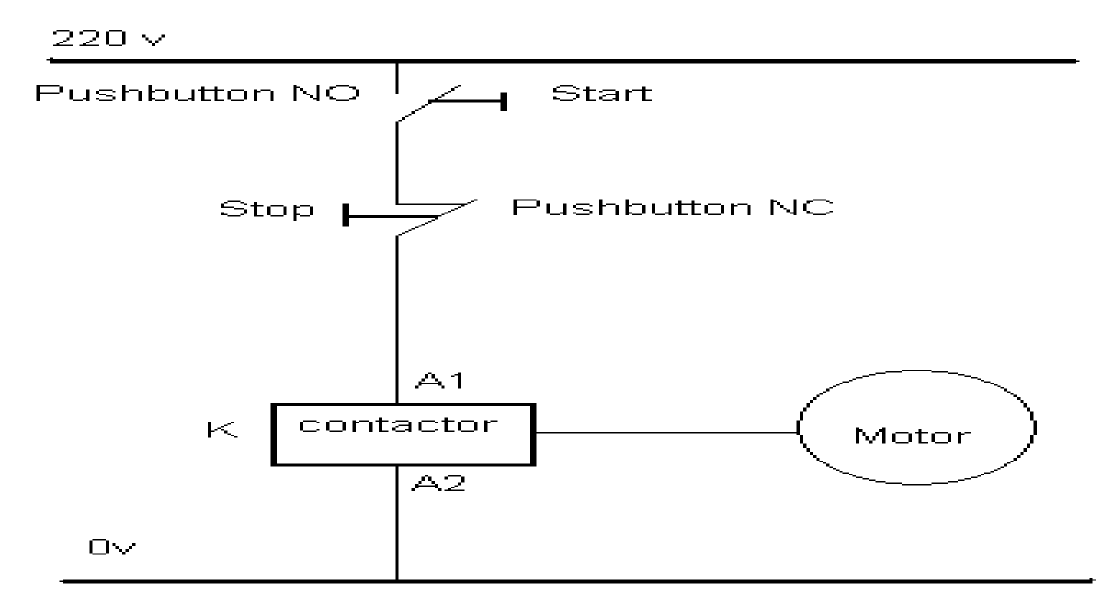
هي كونتاكت NO مضافة للكونتاكتور ، وقد يوجد أكثر من ذلك ، وقد تكون NO أو NC ، ولكن لماذا تضاف تلك الكونتاكت للكونتاكتور ؟
سوف نعرف ذلك لاحقا ، ولكن لابد أن ننتبه إلى أن الكونتاكتس التي تحمل تيارا عاليا هي L1, L2, L3 – T1, T2, T3 فقططططططططط، أما الكونتاكت 13 – 14 فتمرر تيارا تحكم.

<u>ما هو الفرق بين الكونتاكتور والريلاي Relay ؟</u>

كلاهما يعمل بنفس الطريقة ، ولكن الفرق الوحيد أن الريلاي تكون جميع كونتاكاته مخصصه لتعمل في دوائر التحكم فقط ، وليس كالكونتاكتور الذي يحتوي على كونتاكتس تعمل في دائرة القوة وأخرى تعمل في دائرة التحكم .
والآن لنقوم بتنفيذ دوائر تحكم بسيطة.

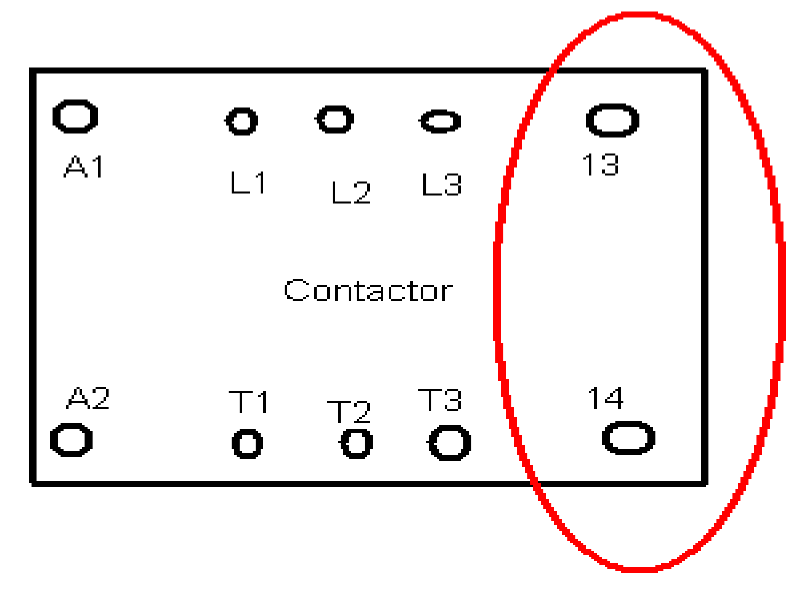
دائرة التحكم في تشغيل موتور.

نريد أن نقوم بتشغيل موتور عن طريق كونتاكتور ، وبمفتاحين Pushbuttons أحدهما لعمل
Start والآخر لعمل Stop
لاحظ التوصيل التالي :

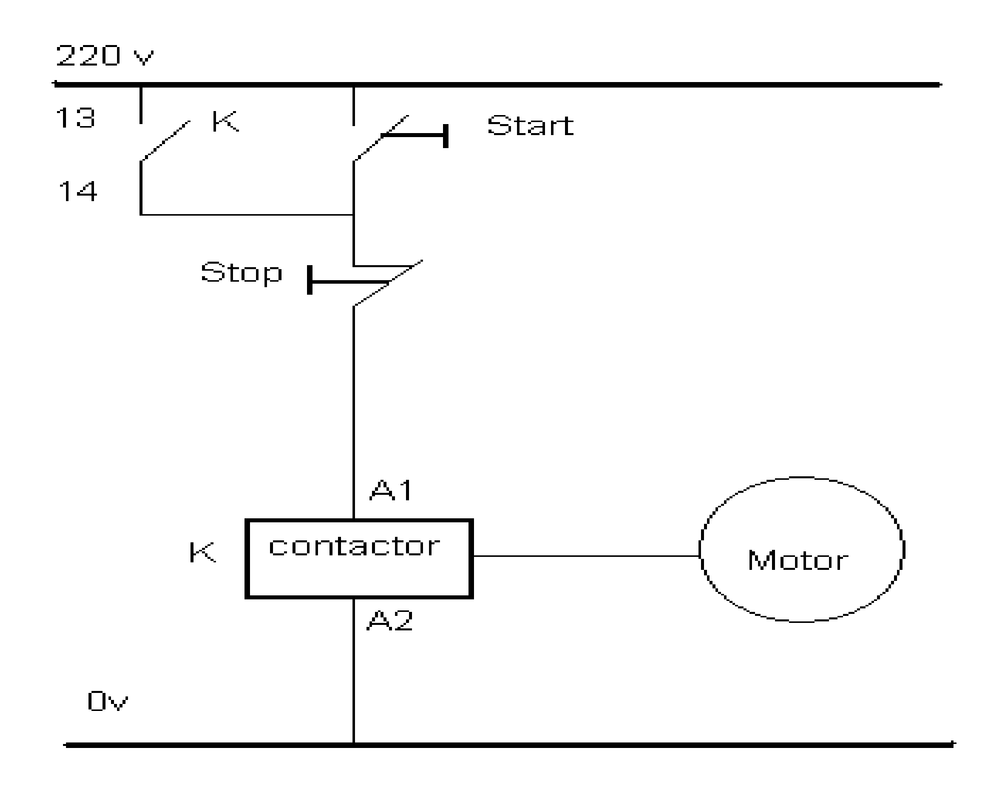


بهذه الطريقة في التوصيل ، سنجد أنه عند الضغط على مفتاح Start فإن الكونتاكتور سوف يغلق كونتاكاته فيوصل الثلاث فيزات للموتور فيعمل الموتور ، ولكن مفاتيح الـ Push buttons كما علمنا أنها تكون Temporary ، أي عند رفع اليد سوف يعود إلى وضعه الأصلي فتفصل الدائرة ، ولا نستخدم مفتاح Permanent ، لأنه إذا إنقطعت الكهرباء ثم عادة فجأة ، فإنها ستصل للموتور فورا وهذا قد يتلف الموتور ، إذا فما هو الحل ؟ ؟

الحل يكون بعمل ما يعرف باسم **Latch** ، ويكون ذلك باستخدام الكونتاكت المساعدة التي في الكونتاكتور 13-14



فإذا تم توصيل تلك النقطة المساعدة " بالتوازي " مع مفتاح الـ Start ، فإن الدائرة ستكون بالشكل التالي :



فكرة عمل الدائرة :

عند الضغط على مفتاح Start ، تكتمل الدائرة الكهربية وتصل الكهرباء للكونتاكتور فتغلق كل مفاتيحه ، أي أن الكونتاكت 13-14 تغلق أيضا ، و لأن تلك الكونتاكت متصلة بالتوازي مع مفتاح الـ Start ، فإنه عند عودة مفتاح Start لوضعه الطبيعي ، فإن مسار الكهرباء سيظل مكتملا من خلال تلك الكونتاكت ، و هذا ما يعرف بالـ Latch " لاتش "

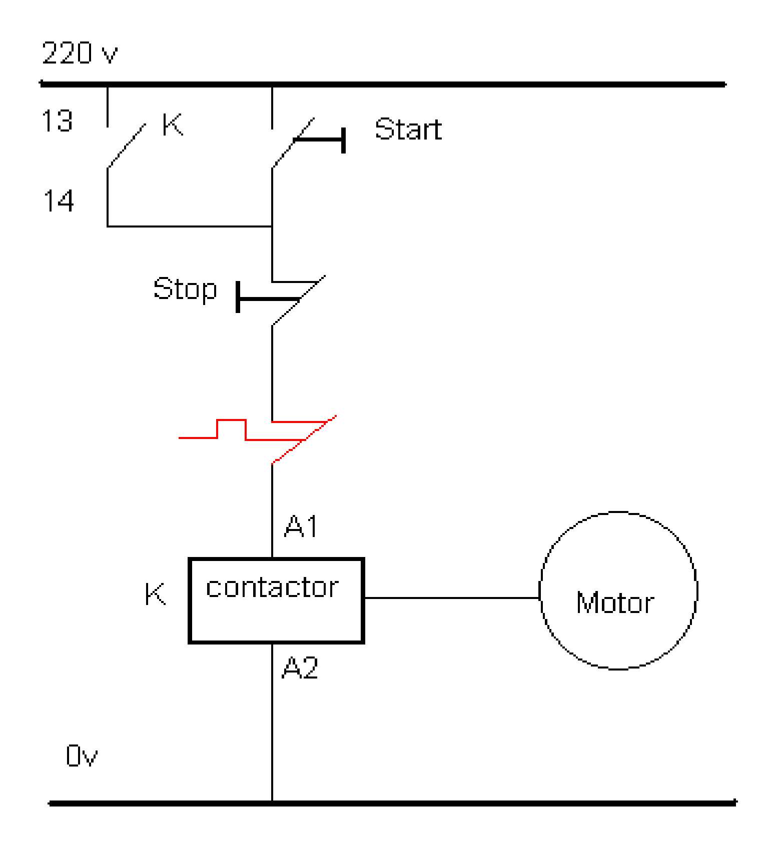
وإذا أردنا غلق الموتور ، فإننا نضغط ضغطة واحده على مفتاح الـ Stop فتفصل الدائرة
ملاحظة هامة : تلك النقطة المساعدة Auxiliary contact في الكونتاكتور لابد وأن تكون NO ، فإذا كانت NC ، فيتم إضافة نقطة مساعدة أخرى خارجية .
ولكن هناك مشكلة ، وهي أن الموتور غير محمي من الـ **overload** ، فدعنا نتعرف أولا على مفهوم الـ overload .

عند دوران الموتور ، فإن عزم الدوران T يتناسب مع الحمل ، وكذلك يتناسب طرديا مع مربع التيار I ، فلو زاد الحمل على الموتور نتيجة حدوث أي مشكلة في المصنع أو في النظام ، فإن العزم يزيد ، وبالتالي يسحب الموتور تيارا أكبر من المصدر ، وهذا التيار الزيادة قد يقوم بحرق الموتور .

والحل بسيط وسهل ، وهو وضع ما يعرف باسم **Overload Switch** ، وهو نوع من المفاتيح يفصل تلقائيا إذا زادت قيمة التيار المار فيه عن حد معين
أحد أشكاله العمليه هي :



كل ماتور يكتب على جسده قيمة الـ (I full load) $I_{f.L}$ ، هذه القيمة تعني أقصى قيمة تيار " أمبير " يستطيع الموتور تحملها ، فعند توصيل أوفرلود مع الموتور ، يتم ضبطه على قيمة تساوي $I_{o.L} = 1.1 \text{ to } 1.25\ I_{f.L}$
ويتم توصيله قبل الكونتاكتور أو بعده ، كما هو موضح في الرسم التالي :

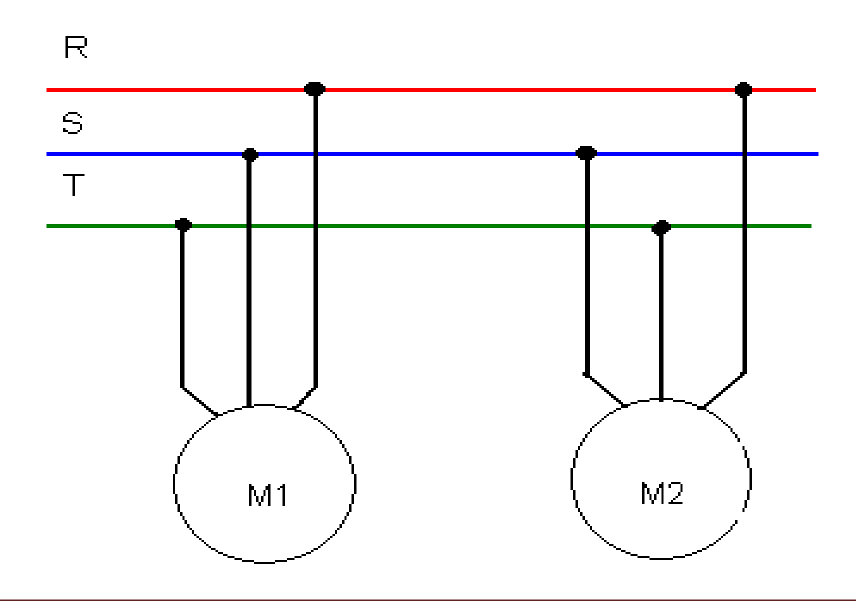


لاحظ شكل الأوفرلود كيف يكون في الرسم ، كما يجب أن تلاحظ أن الأوفرلـود فـي حالتـه العادية يكون NC ، ويفتح فقط عندما يزيد التيار المار فيه.

وبهذا تكون تلك الدائرة إكتملت ، ونقوم الآن بالتعرف على دائرة أخرى.

دائرة عكس حركة موتور.

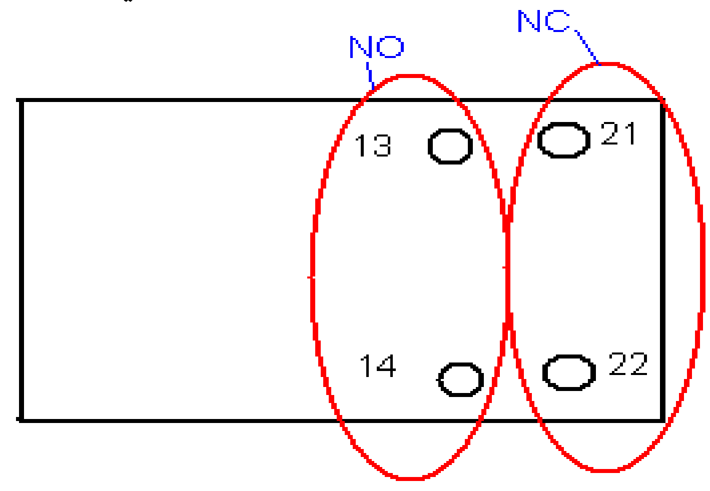
لنفترض أولا قبل التعرف على تلك الدائرة أن لدينا ٢ ماتور ، ومتصلين بالشكل التالي :



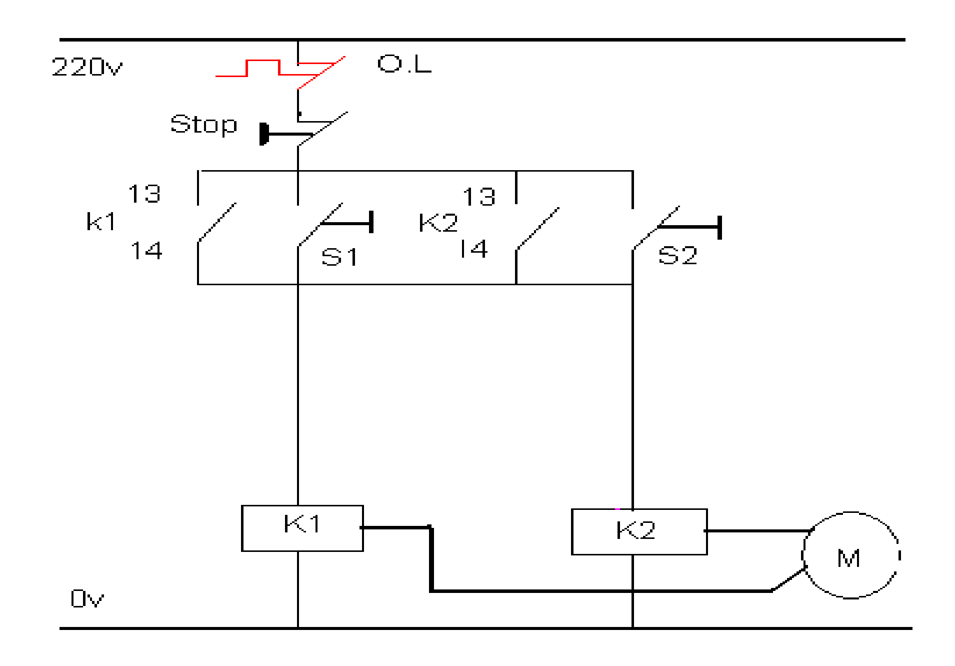
والسؤال هو : **ما الفرق بين حركة الماتورين ؟**

الفرق هو أن كل منهما يدور في اتجاه مختلف عن الآخر ، إذا لكي نعكس حركة دوران الماتور ، نقوم بتثبيت أحد الفيزات ، وعكس الإثنين الآخرين .

الآن نقوم بتصميم دائرة عكس حركة موتور ، ولكن يجب أن نعلم أنه لكي نصمم مثل هذه الدائرة ، يجب أن يكون عندنا ٢ كونتاكتور ، وكل واحد منهما به نقطتان مساعدتان two auxiliary contacts ، إحداهما NO والآخرى NC ، كما في الشكل التالي:



ويكون تصميم الدائرة كالآتي :



نلاحظ أننا إستخدمنا مفتاحان لعمل الـ Start ، أحدمها لجعل الماتور يدور في اتجاه ، والآخر لجعله يدور في اتجاه آخر ، ولكن يجب أن نلاحظ شيئا في غاية الأهمية ، وهو ، أن يتم عمل Stop للماتور أولا قبل عكس حركته ، وإلا إذا تم ضغط مفتاح S1 ثم مفتاح S2 ، فإن هذا سيؤدي إلى حدوث Short circuit خطير

ولكن ، هل يمكن أن نحمي تلك الدائرة من هذه المشكلة؟ ، أي نحمي الماتور من حدوث short circuit له عن طريق خطأ أحد العمال ، فقد ينسى أن يضغط مفتاح Stop قبل عكس حركة الماتور .

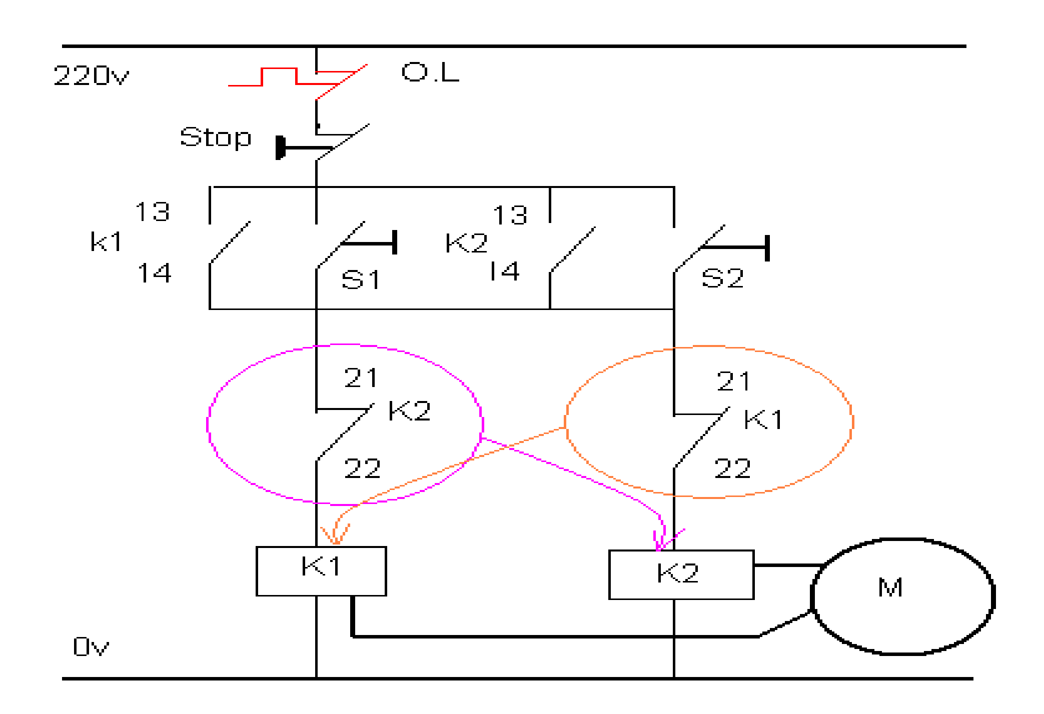
هناك حلان :

الأول ⟵ **الحماية الميكانيكية**

الثاني ⟵ **الحماية الكهربية**

الحماية الميكانيكية تتم بوضع عنصر ميكانيكي بين الإثنين كونتاكتور ، هذا العنصر يمنع عمل أحد الكونتاكتورات إذا كان الآخر في حالة عمل ، ويسمى هذا العنصر بـ Mechanical Interlock

أما الحماية الكهربية تكون كالآتي :

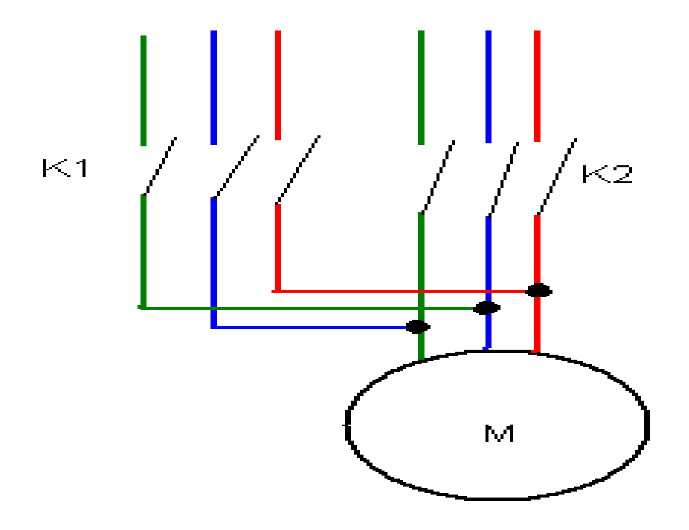


لاحظ أننا نأخذ الكونتاكت الـ NC لأحد الكونتاكتورات ونوصله بالتوالي مع الكونتاكتور الثاني ، وكذلك مع الثاني ، فعند عمل الكونتاكتور K1 مثلا ، فإن نقطته المساعدة المغلقة

طبيعيا ، سوف تكون مفتوحة ، فتفصل عمل الكونتاكتور الثاني حتى لو تم الضغط على S2 ، وهكذا في الطرف الآخر أيضا .

يتم عمل حماية كهربية في الحالات البسيطة ، أي التي لا يكون فيها خطورة كبيرة ، أما في الحالات الخطرة ، كتوصيل الماتور (ستار / دلتا) مثلا ، فإنه لابد من عمل حماية ميكانيكية.

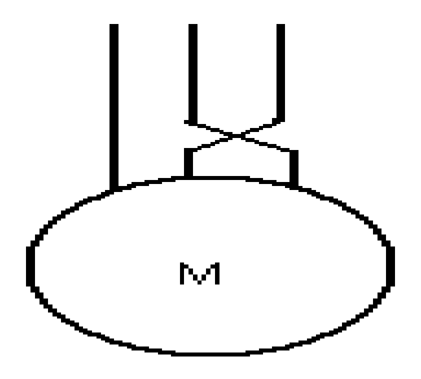
يكون توصيل الماتور مع الإثنين كونتاكتور كالآتي :



ولكن كيف نعرف أن السلكتين الفلانيتين هما نفس بعض ؟ حيث أننا لن نجد ألوان على سلوك الـ 3phase أو رموز مثل L1,L2,L3 أو T1,T2,T3

يتم ذلك باستخدام الآفوميتر ، فبقياس فرق الجهد بين سلكين متماثلين ، فإن فرق الجهد سوف يكون صفرا ، فبالتالي نعرف كل سلك ونظيره ، فنوصل سلكين متماثلين مع بعض ، ونعكس الآخرين .

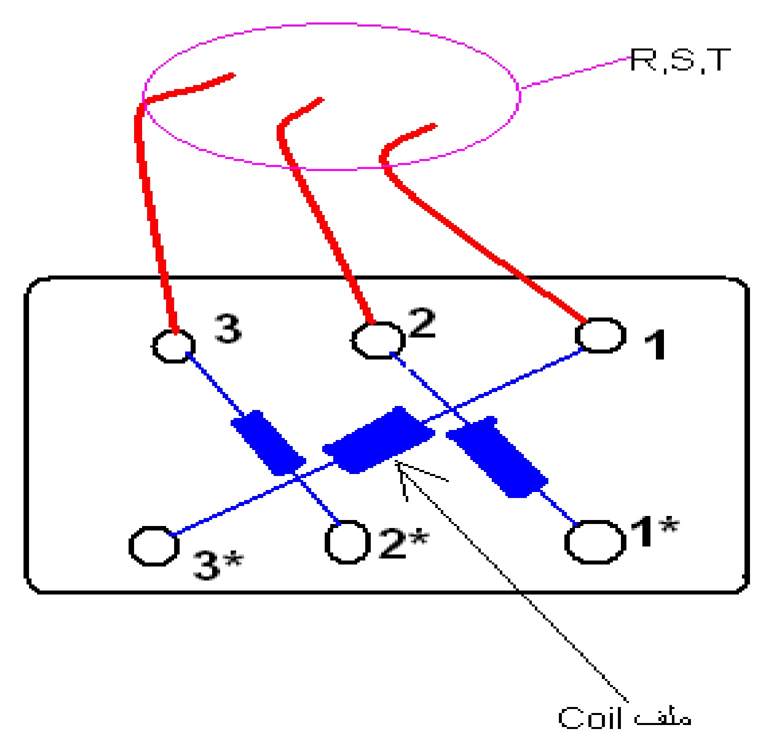
هناك ملحوظة هامة قد تقابلها وأنت تقرأ رسم كهربي لدائرة كنترول ، وهي الرمز التالي :



هذا الرمز يعني أنه إذا طلب منك كمهندس أو فني أن تقوم بعكس حركة هذا الماتور، أو عمل دائرة لعكس حركة الماتور ، فلا تفعل ، لأن هذا سوف يؤدي إلى أضرار ميكانيكية على الشئ الذي يدور بواسطة الماتور ، مثل " جير بوكس " يعمل في اتجاه واحد فقط ، فإذا عكست حركة الماتور الذي يديره ، سوف تدمر ذلك الجير بوكس.

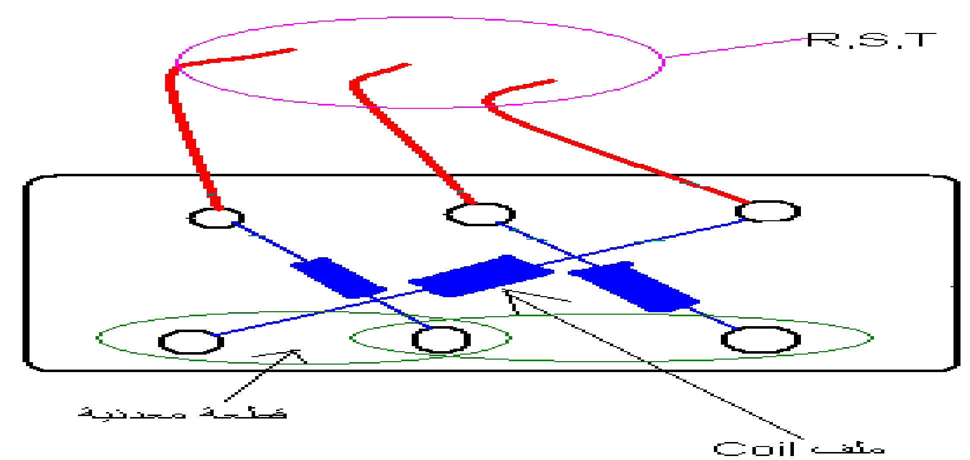
توصيل الماتور (ستار / دلتا)

عند فتح علبة الماتور ، سوف تجد بداخلها الشكل التالي :

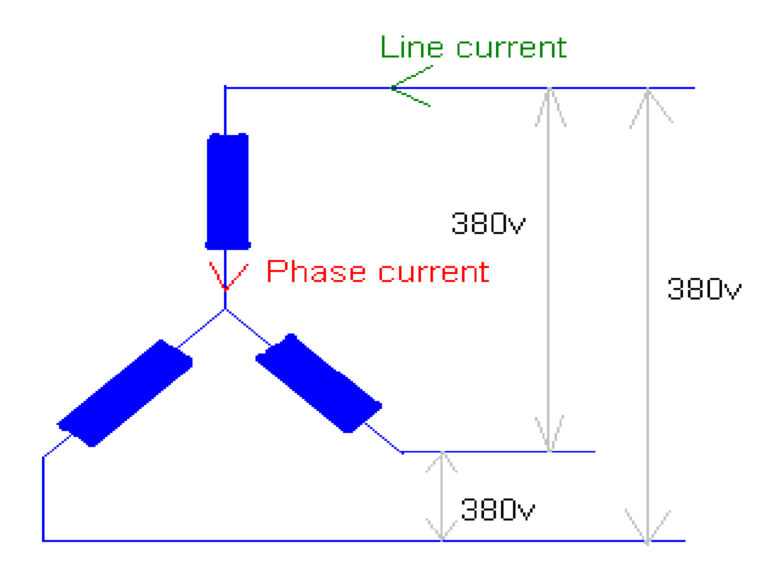


نلاحظ ٦ مسامير ، ٣ منهم يؤخذ منهم أسلاك الموتور1,2,3 ، والباقي لا يخرج منه أي أسلاك*1*,2*,3

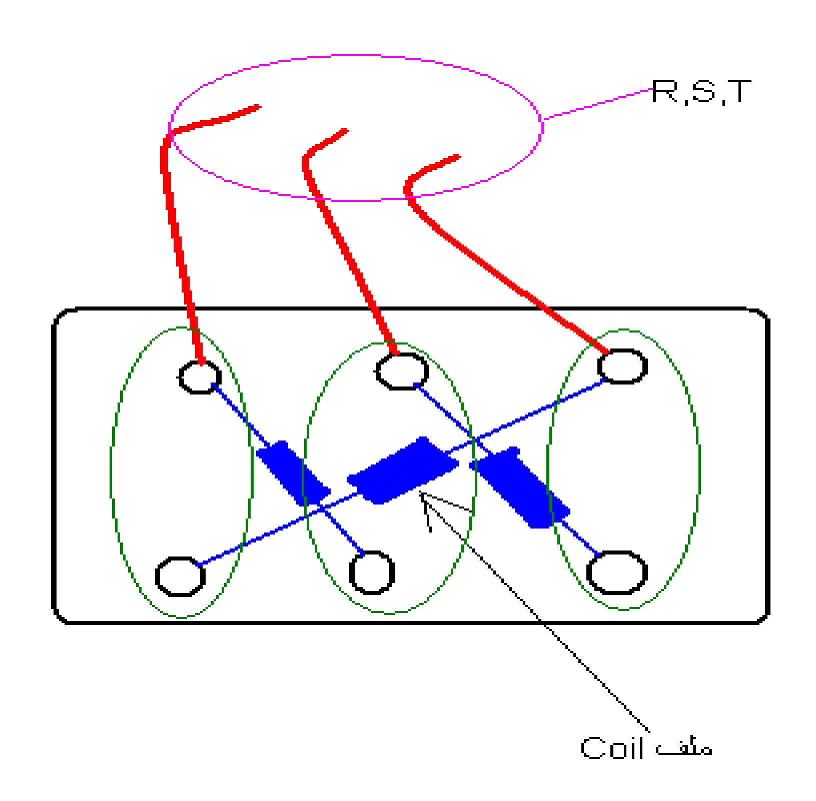
وعندما نريد أن يكون هذا الموتور متصل بشكل ستار ، نقوم بعمل short circuit كالتالي :



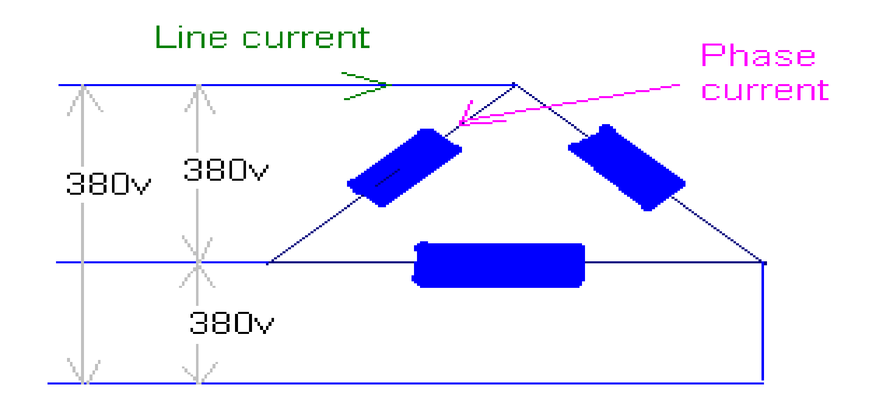
فبهذا الشكل تصبح ملفات الموتور متصلة بالشكل الآتي :



أما إذا أردنا توصيل الموتور " دلتا " ، فإننا نفتح علبة الموتور ونقوم بتوصيل المسامير كالآتي:



وبهذا الشكل تصبح ملفات الموتور متصلة بالشكل التالي :



طريقة بدأ المحرك بطريقة " ستار/دلتا" لتجنب شدة تيار البدأ العالية :

يكتب على جسد كل موتور قيمتين للفولت إحداهما أعلى من الأخرى ، وقيمتين للأمبير إحداهما أعلى من الأخرى ايضا ، مثال :

ستار	دلتا
٣٨٠	٢٢٠
١.٧	٣

هذا يعني ، أنه إذا أردت أن تعمل بمصدر ٣٨٠ فولت ، قم بتوصيل المحرك على وضع ستار ، وسوف يسحب المحرك في تلك الحالة أقل قيمة أمبير ممكنه و هي ١.٧ أمبير .

أما إذا أردت أن تعمل على مصدر ٢٢٠ فولت ، قم بتوصيل محركك على وضع دلتا ، ولكن في تلك الحالة سوف يسحب أعلى قيمة أمبير ممكنه و هي ٣ أمبير.

ويكون هذا دائما ، أي أن توصيلة ستار دائما تكون على أعلى قيمة فولت ، وتوصيلة دلتا تكون على أقل قيمة فولت.

وفي كلا الحالتين أو الوضعين " ستار أو دلتا " ، سوف يعمل المحرك بكامل قدرته وسرعته ، ولكن يجب مراعاة التغذية المناسبة لكل وضع.

الآن لنتحدث عن كيفية الإستفادة من توصيلة " ستار / دلتا "

عند بدأ دوران أي محرك من السكون ، يقوم بسحب قيمة تيار عالية في البداية ، ويسمى " تيار بدأ الحركة " ، وكلما زادت قدرة المحرك كلما كانت شدة تيار بدأ الحركة أعلى ، وقد تصل إلى ٥ أضعاف قيمة أعلى أمبير مسجل على الموتور ، وهذا قد يؤدي لاحتراق المحرك ، ولتفادي هذه الخطورة ، نتبع هذه الطريقة التالية ، وهي بدأ دوران المحرك " ستار / دلتا " :

١) نجعل المحرك في وضع ستار ، ونوصله بفولت دلتا ، فيعمل المحرك بنصف قدرته تقريبا ، فيكون تيار بدأ الحركة المسحوب أقل ما يمكن

٢) بعد دوران المحرك بسرعته ، نغير وضع المحرك من ستار لدلتا ، حيث أن المصدر يكون بقيمة فولت دلتا

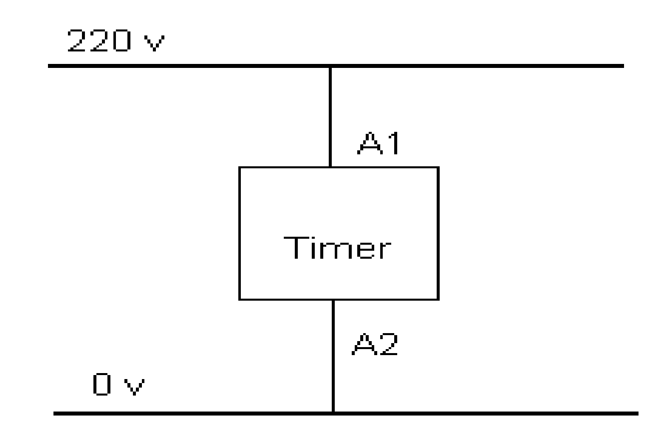
لاحظ أنه لايجب أن يعمل المحرك على وضع ستار بفولت دلتا لفترة طويلة حتى لا يحترق الموتور ، ولكن لفترة قصيرة كافية " لتأويبم " أو بدأ حركة الموتور، وهي تتراوح من ٥ إلى ٧ ثواني ، ***كما يجب ملاحظة أن الأوفرلود يتم ضبطة تبعا لقيمة تيار دلتا .***

ولكن السؤال هو ، كيف سنقوم بتغيير التوصيلة أثناء عمل الموتور ؟ فلا يمكن أن أوصل الموتور ستار ، وبعد عمله ، أفتح علبة الموتور وأعيد توصيله ، بل لابد أن يتم هذا أوتوماتيكيا .

سنقوم بعمل ذلك بطريقة خاصة ، ولكن نحتاج في البداية لدراسة ما يعرف باسم الـ **Timers** ، ثم بعد ذلك سنتعلم سويا هذه الطريقة التي يعتبرها الفنيين والمهندسين من المسائل الصعبة والمعقدة جدا ، بل ويقيم الكثير من المهندسين على قدرتهم على عمل توصيلة ستار دلتا أوتوماتيكيا .

Timers

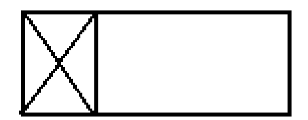
التيمر هو كونتاكتور له زمن فتح وغلق ، ويزود بالكهرباء مثل الكونتاكتور العادي من طرفين A1-A2



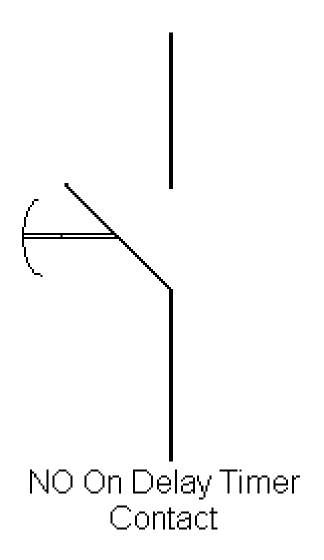
ويوجد منه نوعان :

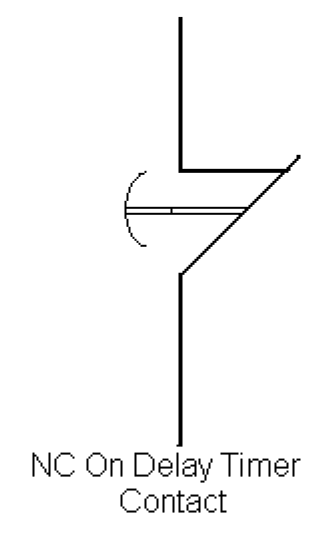
١) تيمر Delay on

هذا النـوع يقـوم بعمـل فتـرة Delay عنـد تشـغيله ، فمـثلا ، إذا أعطيتـه كهربـاء الآن علـى طرفيه ، يبدأ في العمل بعد ٧ ثواني مثلا ، ويرمز له بالرمز التالي :

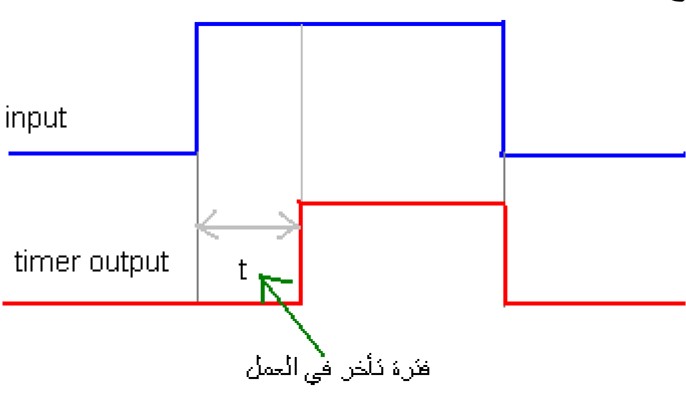


ويرمز لكونتاكاته في الدوائر بــ :





والشكل التالي يوضح طريقة عمله:



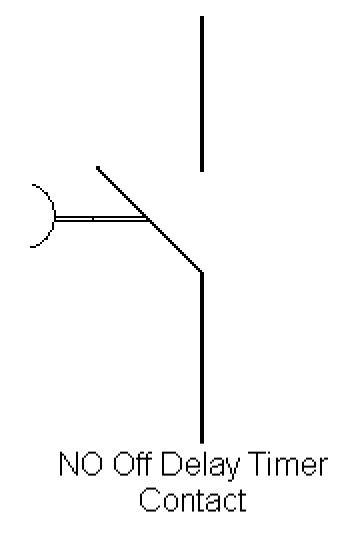
وهذا النوع من التيمر هو المطلوب في دائرة " ستار / دلتا "

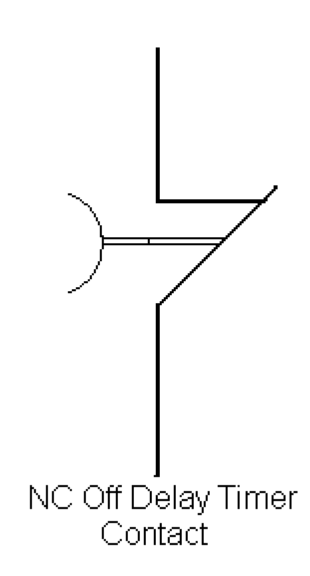
٢) تيمر Delay off1

هذا النوع يقوم بعمل فترة Delay بعد فصل الكهرباء عنه ، فمثلا ، إذا فصلت هذا التيمر عن الكهرباء ، فإنه لا يغلق مباشرة ، بل يأخذ فترة معينة ثم يغلق بعد ذلك ، ويرمز له بالرمز التالي:

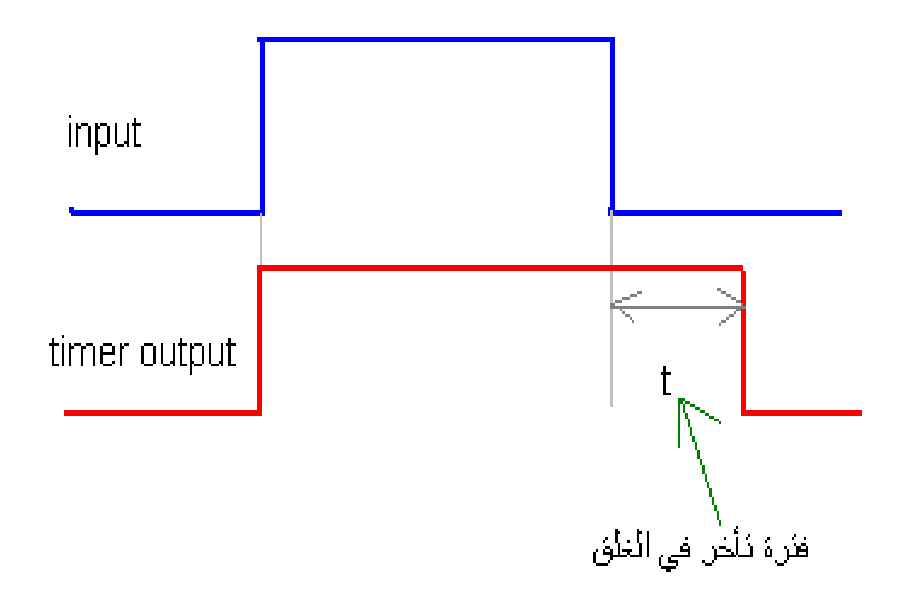


ويرمز لكونتاكاته في الدوائر بـ :





والشكل التالي يوضح طريقة عمله :



دائرة كونترول " ستار / دلتا "

الرسم الكهربي لتلك الدائرة هو :

220 v
O.L
Stop
Mechanical
Interlock
13
M
14
Start
T
T
K2
K1
T
M(Main Contactor)
K1 (Star)
K2 (Delta)
0 v

.ا

الآن نقوم بشرح تلك الدائرة :

١) عند الضغط على مفتاح Start ، فإن الكونتاكتور M سوف يعمل فتتغير حالة مفاتيحه (كونتاكاته) ، فتغلق النقطة المساعدة لـه13-14 M ، فيحدث الـ Latch ، فيظل الكونتاكتور M في حالة عمل حتى بعد رفع الإصبع عن مفتاح الـ Start

٢) الـ Timer المستخدم من النوع Delay On ، ومتصل بالتوازي مع الكونتاكتور M ، فبالتالي سوف يبدأ الـ Timer عمله بمجرد أن يعمل الكونتاكتور M ، وعمله هو أن يقوم بعد فترة زمنية قبل أن يغير حالة كونتاكاته

٣) للتيمر T نقطتان مساعدتان ، إحداهما NC والأخرى NO ، نقوم بتوصيل النقطة المساعدة الـ NC على التوالي مع الكونتاكتور الذي سيجعل الموتور يعمل في وضع " ستار " ، وهو الكونتاكتور K1 ، ونقوم بتوصيل النقطة المساعدة الـ NO على التوالي مع الكونتاكتور الذي سيجعل الموتور يعمل في وضع " دلتا " ، وهو الكونتاكتور K2

٤) بما أن هذا التيمر من النوع Delay On ، فإنه سوف يبقى على حالته لفترة زمنية ولتكن ٧ ثواني ، وبما أن الكونتاكتور K1 متصل هو أيضا بالتوازي مع الكونتاكتور M ، فإن الكونتاكتور K1 سوف يعمل بمجرد عمل الكونتاكتور M ، إذا فإن هذا المسار سوف

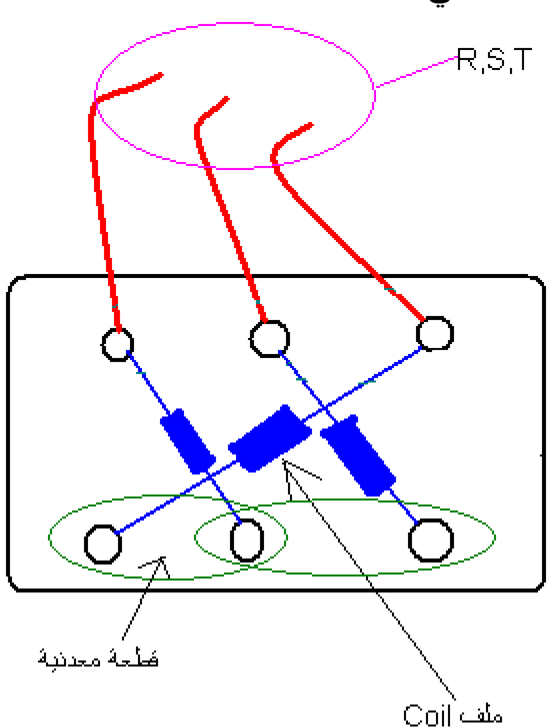
يكون مكتمل لمرور الكهرباء ، فيعمل الماتور في وضع ستار طوال فترة الـ Delay المضبوطة وهي هنا ٧ ثواني

٥) بعد مرور الـ 7 ثواني ، فإن التيمر سوف يغير حالة جميع كونتاكاته ، فتفتح النقطة المساعدة الـ NC ، وتغلق النقطة المساعدة الـ NO ، فبالتالي يفصل الكونتاكتور K1 ويعمل الكونتاكتور K2 ، فيصبح الموتور في وضع " دلتا " ، ويظل في هذا الوضع طوال فترة التشغيل ، حتى يتم ضغط مفتاح Stop

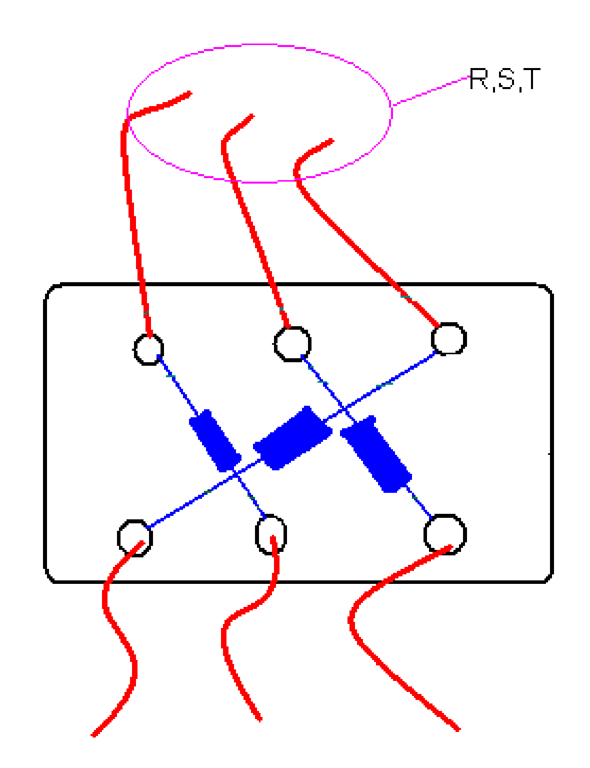
ولكن السؤال هو : **<u>كيف نجعل كونتاكتور يغير وضع الموتور من " ستار " إلى " دلتا " ؟ ؟ ؟</u>**

نقوم بالتالي :

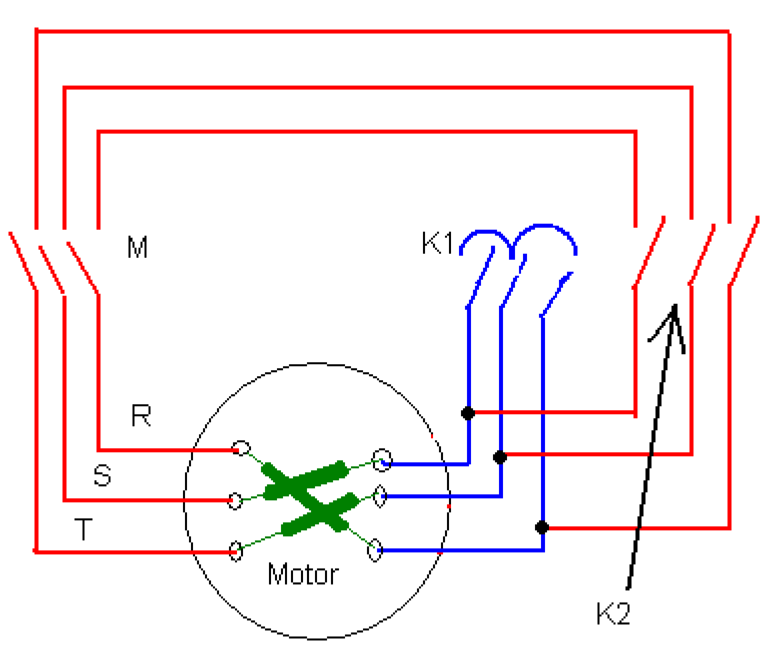
١) نفتح علبة الموتور ، ونقوم بخلع كل القطع المعدنية التي بين المسامير ، والموضحة بالدوائر الخضراء في الشكل التالي:



٢) نخرج ثلاث أسلاك من على الثلاث مسامير الموضحة كالآتي :



٣) نقوم بتوصيل الكونتاكتورات مع الماتور كالآتي :

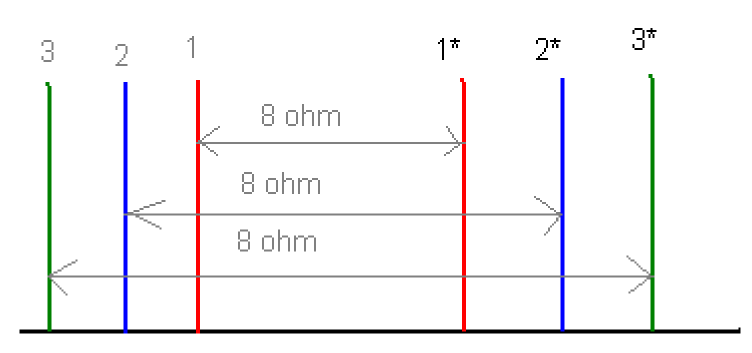


راجع كيفية توصيل الماتور على وضع " دلتا " و " ستار " باستخدام القطع المعدنية ، ثم تتبع مسار الخطوط على مسار الصورة السابقة ، وقارن بينهم ، سوف تلاحظ أننا قمنا بعمل short circuit بين المسامير وبعضها البعض كما كنا قد فعلنا من قبل ولكن الآن

باســتخدام الأســلاك المتصــلة بالكونتــاكتورات ولــيس باســتخدام القطــع المعدنيــة .

هناك خطورة كبيرة في هذه التوصيلة ، حيث أنه إذا تم التوصيل بشكل خاطئ سوف يحدث short circuit خطير قد يؤدي لانفجارات أو حرائق ، ولذلك فهناك طريقة آمنة لتوصيل تلك الأسلاك حتى بدون رؤية الموتور ، فمثلا إذا كان هذا الموتور فوق سطح المصنع ، وأنت في الدور الأول ، وأعطيت ٦ سلوك وقيل لك أن هذه السلوك هي الخارجة من الموتــــور الـــــذي فــــي الأعلـــى ، فكيـــف تبـــدأ التوصـــيل ؟

أولا نقوم بقياس " الأوم " بين كل طرف والآخر باستخدام الآفوميتر ، حتى نجد أن هناك قيمة مقاومة واحدة تقاس بين كل زوجين من الأسلاك ، فنقوم بترقيم الأسلاك كالآتي:



هذه هي الـ 6 أطراف الخارجة من الموتور , بدون أن نرى الموتور , وبدون معرفة كل طرف متصل بماذا

لاحظ أن قيمة المقاومة بين 1* – 1 = 2* – 2 = 3* – 3 = ٨ أوم (على سبيل المثال)

بس ، قم بتوصيل ٣ أطراف ولكن 1,2,3 بالكونتاكتور M ، والـ ٣ أطراف الأخرى بالكونتاكتورين K1,K2 ولكن بترتيب مختلف وهو (٢* ، ٣*،١*) ، أي كالتالي:

ملحوظة : عند عمل دائرة " ستار/دلتا " ، نقوم بضبط الأوفرلود على حسب قيمة تيار الدلتا .

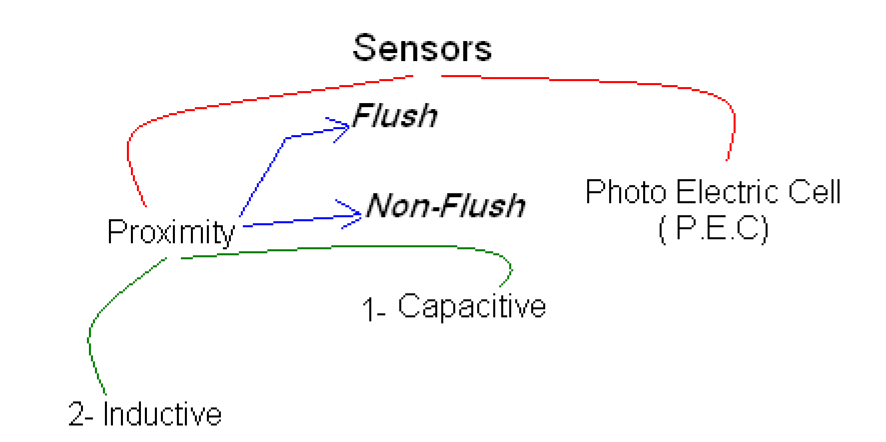
أنواع الإشارات Signals

إشارة **PNP** = ٢٤ فولت أو ١٢ فولت ، على حسب الـ device
إشارة **NPN** = ٠ فولت
إشارة **Open**= No Output، ولاحظ أنها لا تعني صفر فولت، فهناك فرق بين وجود صفر فولت، وعدم وجوده مطلقا.

Sensors الحساسات

يوجد العديد من الحساسات ، وإذا أردنا دراستها جميعها ، فسوف نتشتت ، لذلك سوف أقوم بشرح أنواع الحساسات الأكثر شيوعا في سوق العمل ، كما سأذكر الخانات التي يندرج تحتها أي نوع من الحساسات.

أي نوع من أنواع الحساسات يندرج تحت أحد التصنيفات التالية:



نرى من هذه الرسمة أن أي حساس سوف يكون شئ من الإثنين : Proximity أو P.E.C

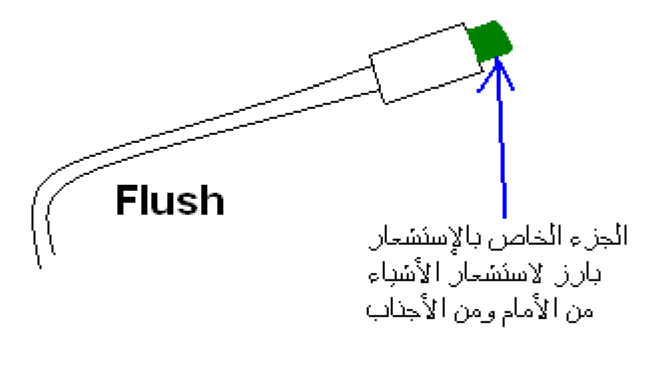
دعنا نتحدث عن كل نوع الآن:

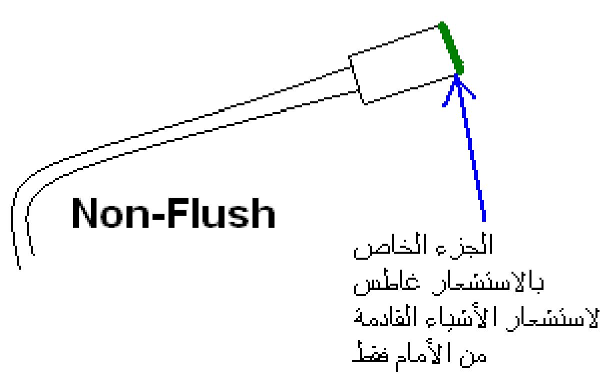
1) Proximity Sensors.

Inductive: لاستشعار المواد المعدنية
Capacitive: لاستشعار المواد غير المعدنية

ويصنف أي نوع منهما ، سواء كان Inductive أو Capacitive ، إلى أحد الصنفان :

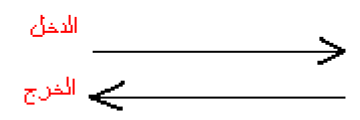
Flush: يكون الجزء الخاص بالإستشعار بارز، لكي يستشعر من الأمام ومن الجوانب
Non-Flush: يكون الجزء الخاص بالإستشعار غاطس، فلا يستطيع أن يستشعر غير الأشياء التي أمامه





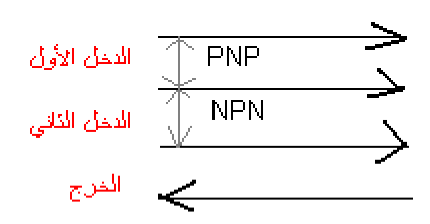
يتكون أي sensor من ٢ أو ٣ أو ٤ أطراف ، وقد يكون مصدر تغذيته ٢٤ فولت أو ١٢ فولت

ولكن ، أي sensor ، في حالة عدم شعوره بشئ فإنه يعطي في الخرج إشارة Open ، وعند شعورة بشئ فإنه إما يعطي ٢٤ أو ١٢ فولت (حسب نوع الحساس) في الخرج ، أو يعطي صفر فولت



الدخل

الخرج

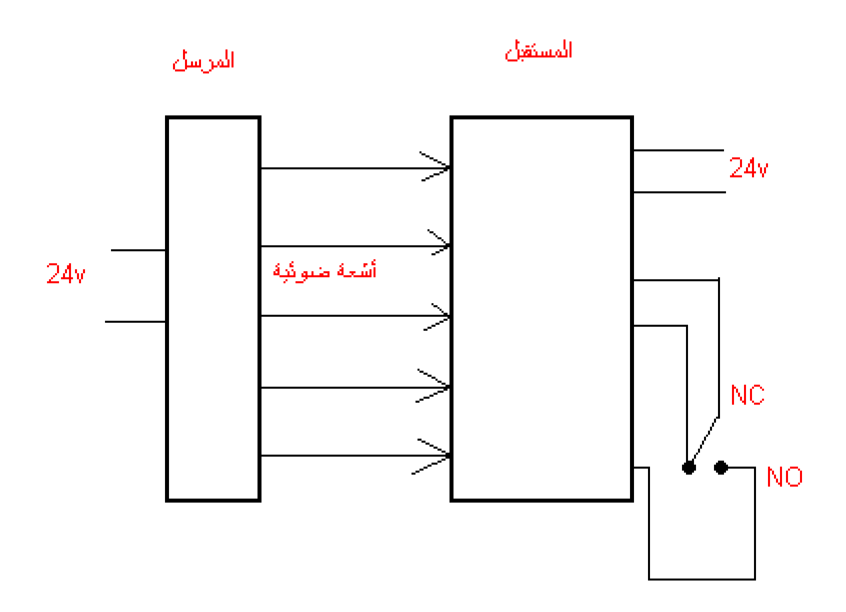


لاحظ الحساس الثالث ذو الأربع أطراف ، توضح الرسمة أنه إذا تم إعطاء الدخل (التغذية) للحساس في الدخل الأول ، فإن خرجه في حالة الإحساس بشئ سيكون إشارة PNP أي ٢٤ أو ١٢ فولت ، أما إذا تم إعطاء الدخل في الدخل الثاني ، فإن الحساس سوف يعطي في الخرج إشارة NPN أي صفر فولت عند شعورة بشيء

2) P.E.C Sensors.

يوجد منها ٣ أنواع هامة : Through Beam , Reflector , Proximity P.E.C

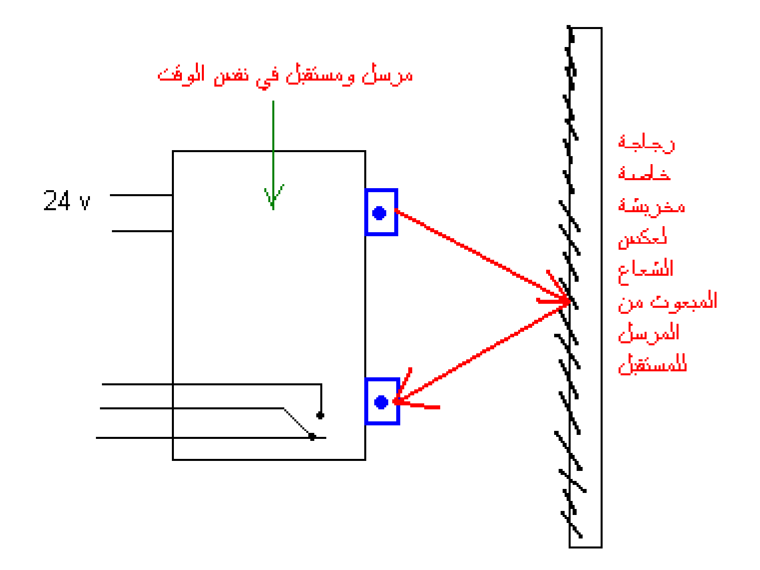
* Through Beam



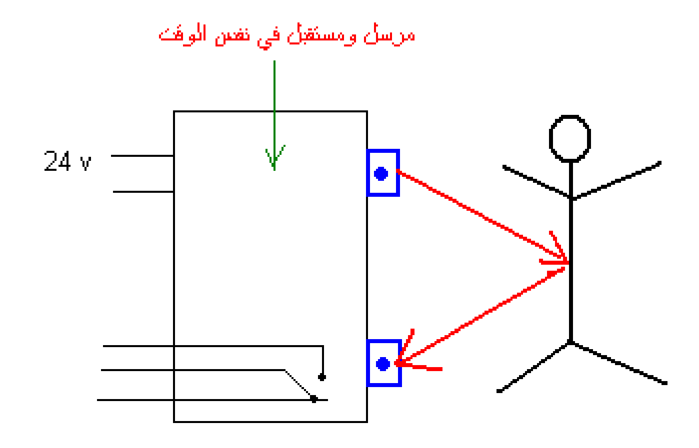
يتكون من مرسل ومستقبل ، ويتم تغذية كل منهما بـ ٢٤ فولت ، فيقوم المرسل بإرسال أشعة ضوئية للمستقبل ، فتظل كونتاكات المستقبل على حالتها ما دامت الأشعة تصل إلى المستقبل من المرسل ، وفي حالة إنقطاع تلك الأشعة عن المستقبل ، فإنه يغير حالة كونتاكاته.

وهناك مثال شهير على استخدام هذا النوع من الحساسات ، وهو في السلالم الكهربية المتحركة ، حيث يوضع المرسل على يسار بداية السلم والمستقبل على يمين بداية السلم ، فإذا لم يتم قطع الأشعة لفترة معينه من الزمن ، يعني هذا أنه لا يوجد أحد يصعد السلم ، فيتوقف عمل السلم للحفاظ على استهلاك الكهرباء، وفي حالة قطع تلك الأشعة ، يقوم السلم بالعمل .

*Reflector



*Proximity P.E.C.

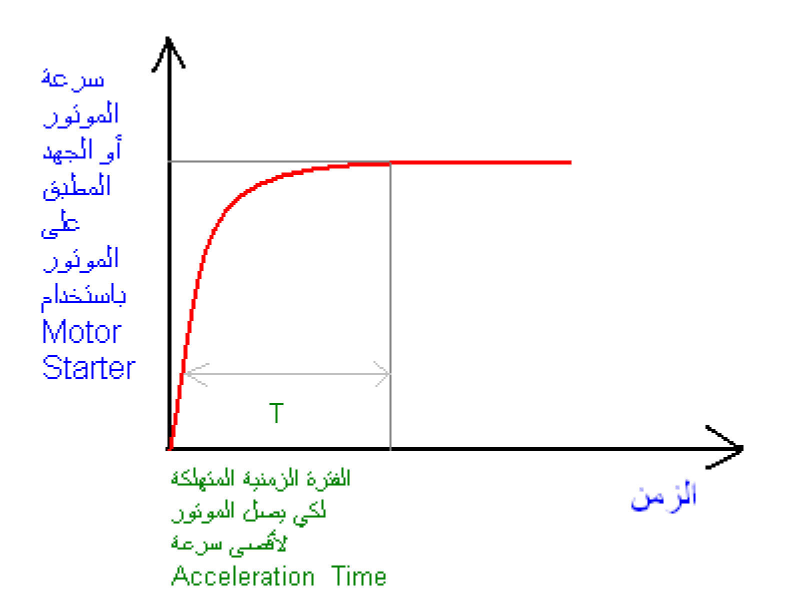


هذا النوع كالنوع الذي يسبقه ، ولكنه يقوم بعكس الشعاع من على أي جسم ، سواء كان معدني أو غير معدني ، وأفضل مثال على هذا النوع من الحساسات ، " الأبواب الأوتوماتيك " ، حيث يقوم باستشعار أجساد الناس الذين يريدون دخول المكان ، كما يمكن

ضبط مدى الشعاع ، لكي لا يستشعر صرصارا مثلا يمشي بجوار الباب ، ولكي يستشعر أيضا الشخص القريب من الباب وليس أي شخص مار على بعد من الباب .
كما أن هناك شيئا هاما ، يوجد في هذا المستشعر زران ، أحدهما Delay On والآخر Delay Off ، وهذا لكي يتم ضبط كلا المفتاحين ، فيتأخر الباب قليلا في الفتح لفترة زمنية معينه ولتكن ٢ ثانية ، لكي نتأكد أن هذا الشخص بالفعل يقف أمام الباب ويريد الدخول ، وليس مجرد شخص يعبر بجواره ، وليتأخر الباب في الغلق أيضا ، حتى يمر الشخص بأمان ولايغلق الباب عليه.

بادئ حركة الموتور Motor Starter

عند توصيل الموتور بكونتاكتور عادي ، فإنه بمجرد غلق الكونتاكتور ، سوف يطبق أقصى جهد على الموتور ، فيحاول الموتور الدوران بأقصى سرعة من البداية ، وهذا قد يؤدي إلى ما يعرف بالـ Hammering ، أي تجد الموتور في بداية التشغيل يقوم بطرقعات واهتزازات وكأنه يضرب بمطرقة ، ولتلاشي هذه المشكلة ، يمكن وضع ما يعرف ببادئ حركة الموتور ، والذي يقوم بإعطاء الجهد للموتور تصاعديا من الصفر حتى أعلى قيمة ، فيعمل للموتور ما يعرف باسم Soft Starting



The Inverter

بعد التقدم العلمي والتكنولوجي في مجال الكهرباء والإلكترونيات ، تم اختراع هذه الجهاز الرائع حقا ، والذي يسمى Inverter .

الـ Inverter يحل محل الكونتاكتور ، والـ Motor Starter ، ودائرة "ستار / دلتا " ، والأوفرلود ، وله العديد والعديد من الإستخدامات الأخرى ، تختلف باختلاف نوع وثمن الـ Inverter والشركة المصنعة له .

فمثلا ، بدلا عن توصيل الموتور بـ ٣ كونتاكتور وأوفرلود وتيمر ووووو، لكي نقوم بعمل دائرة "ستار / دلتا " لتقويم الموتور بتوصيلة ستار ، ثم تركه يعمل بتوصيلة دلتا ، فإننا فقط نقوم بتوصيل الموتور بالـ Inverter وهو يقوم ببدأ حركة الموتور وتشغيلة بشكل أفضل من طريقة ستار دلتا ، غير أنه أكثر أمانا من توصيلة " ستار / دلتا " التي قد يؤدي الخطأ في توصيلها إلى عمل short circuit خطير.

بدلا من عمل دائرة لعكس حركة الموتور، نقوم بتوصيل الموتور بجهاز واحد وهو الـ Inverter فيقوم بتشغيل الموتور في الإتجاهين .

بدلا من وضع أوفرلود في الدائرة ، فإن الـ Inverter يعمل عمل الأوفرلود

إذا الأوفرلود يبسط دوائر التحكم بشكل كبير ويجعلها أكثر أمانا ، وأقل في مشاكلها
ولكن ما هي فكرة عمل الأوفرلود ؟ ؟

نعلم أن سرعة الموتور n تعتمد على التردد f وعدد أقطاب الموتور p ، حيث :

$$n=60*f/p$$

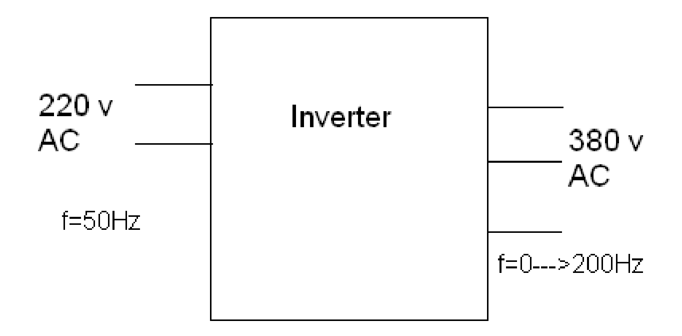
فإذا إشتريت موتور بعدد أقطاب p=2 مثلا ، إذا أصبح الحد 60/p ثابت ويساوي 30 .

يقوم الـ Inverter بتغيير قيمة التردد f من صفر حتى قيمة 200Hz مثلا ، على حسب نوع الـ Inverter ، فيقوم المهندس بتحديد السرعة المطلوبة للموتور ، وعند التشغيل يقوم الـ Inverter بالصعود تدريجيا من قيمة تردد تساوي صفر ، حتى القيمة المحدد له من قبل المهندس ، فيبدأ عمل الموتور " واحده واحده " ، وكأنه متصل بـ Motor Starter ، وأيضا بدون خطورة تيار بدأ الحركة ، لذا فليس هناك أهمية لتوصيلة " ستار / دلتا "

بالإضافة إلى الإمكانيات الأخرى اتي تحدثنا عنها ، والتي يتم ضبطها باستخدام الكاتالوج الخاص به.

توصيل الـ Inverter

يأخذ الـ inverter في الدخل جهد كهربي 1phase ، وهي كهرباء المنزل ، فيعطي في الخرج 3phase ، مع العلم أنه يأخذ AC ويعطي AC ، ويكون في داخل كل موتور دائرة التوحيد الخاصة به



وقد يكون هناك Inverter يأخذ 220v AC واحد فيز ، فيعطي في الخرج 220v AC ثلاثة فيز.

